

(19)日本特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-172387

(43)公開日 平成11年(1999)6月29日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

C 22 F 1/04

C 22 F 1/04

B

C 22 C 21/00

C 22 C 21/00

L

// C 22 F 1/00

6 1 2

C 22 F 1/00

6 1 2

6 2 6

6 2 6

6 4 0

6 4 0 A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平9-333391

(71)出願人 000003290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(22)出願日 平成9年(1997)12月4日

(72)発明者 田口 和夫

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古  
河電気工業株式会社内

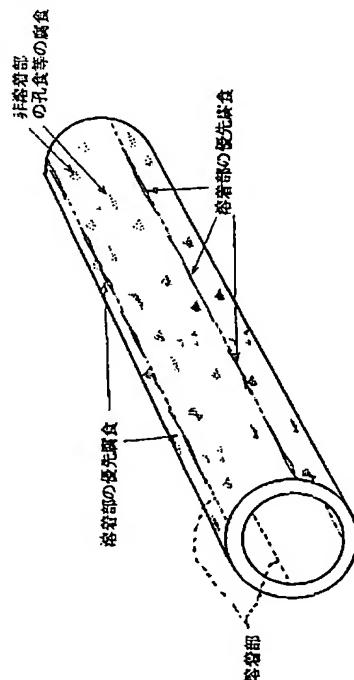
(54)【発明の名称】 アルミニウム合金中空材及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 ポートホール押出法により押出された、高耐食性の、Mn含有アルミニウム合金中空材を提供する。

【解決手段】 少なくともMnを0.3~1.5wt%含有するアルミニウム合金鋳塊をポートホール押出して、又はポートホール押出と抽伸加工して製造されるアルミニウム合金中空材において、前記中空材の長手方向の各部の導電率差を1.0IACS%以下とする。

【効果】 ポートホール押出材に固有の溶着部と非溶着部との組織上(Mnの析出量)の差がないので、溶着部の優先腐食が防止される。このような中空材はポートホール押出前に鋳塊に所定の均質化処理を施して容易に製造できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくともMnを0.3～1.5wt%含有するアルミニウム合金鋳塊をポートホール押出して、又はポートホール押出と抽伸加工して製造されるアルミニウム合金中空材において、前記中空材の長手方向の各部の導電率差が1.0IACS%以下であることを特徴とするアルミニウム合金中空材。

【請求項2】少なくともMnを0.3～1.5wt%含有するアルミニウム合金鋳塊に均質化処理を施し、次いでこの鋳塊をポートホール押出して、又はポートホール押出と抽伸加工して中空材を製造する方法において、前記均質化処理を、500～630°Cの所定温度に0～24hr保持した後、100°C/hr以下の冷却速度で400～500°Cの所定温度に冷却し、この温度に4～48hr保持して施すことを特徴とする請求項1記載のアルミニウム合金中空材の製造方法。

【請求項3】少なくともMnを0.3～1.5wt%含有するアルミニウム合金鋳塊に均質化処理を施し、次いでこの鋳塊をポートホール押出して、又はポートホール押出と抽伸加工して中空材を製造する方法において、前記鋳塊の均質化処理を、500～630°Cの所定温度( $T_1$ )に0～16hr保持した後、 $T_1$ 温度から100°C/hr以下の冷却速度で350°C( $T_2$ )に冷却し、 $T_1$ 温度に到達後 $T_2$ 温度に到るまでの時間を10～48hrとし、 $T_2$ 温度から任意の冷却速度で室温に冷却して施すことを特徴とする請求項1記載のアルミニウム合金中空材の製造方法。

【請求項4】少なくともMnを0.3～1.5wt%含有するアルミニウム合金鋳塊に均質化処理を施し、次いでこの鋳塊をポートホール押出して、又はポートホール押出と抽伸加工して中空材を製造する方法において、前記鋳塊の均質化処理を、400～500°Cの所定温度に12～48hr保持した後、室温に冷却して施すことを特徴とする請求項1記載のアルミニウム合金中空材の製造方法。

【請求項5】少なくともMnを0.3～1.5wt%含有するアルミニウム合金鋳塊に均質化処理を施し、次いでこの鋳塊をポートホール押出して、又はポートホール押出と抽伸加工して中空材を製造する方法において、前記鋳塊の均質化処理を、400～500°Cの所定温度に0.5～4hr保持した後、550～630°Cの所定温度に昇温し、当該温度に0.5～4hr保持したのち、350°Cに100°C/hr以下の冷却速度で冷却し、350°Cから任意の冷却速度で室温に冷却して施すことを特徴とする請求項1記載のアルミニウム合金中空材の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ポートホール押出法を用いて製造された、建材等として有用な、高耐食性

のMn含有アルミニウム合金中空材及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】建材等に用いられる断面角形の中空形材や、冷媒用の断面円形の管材等のアルミニウム合金中空材は、従来よりポートホール押出法により製造されている。前記ポートホール押出法による中空材は、押出ビレットを組合せダイスに開けられた複数のポート孔から分割体として押し出し、この分割体をポート孔出口で溶着させつつ雌ダイスとマンドレル間の間隙を通過させて押出させる。得られる中空材には複数の溶着部が長手方向に形成される。ポートホール押出法は、1000系(純Al系)、3000系(A1-Mn系)、6000系(A1-Mg-Si系)、銅を含有しない7000系(A1-Zn-Mg系)等の比較的軟質なアルミニウム合金中空材等の製造に用いられる。

【0003】前記押出ビレットは、所定のアルミニウム合金を、通常のDC鋳造法(半連続鋳造法)又はホットトップ鋳造法により鋳塊に鋳造し、この鋳塊に均質化処理を施して偏析を低減し、この鋳塊を所定長さに切断して作製される。この後、押出ビレットは低周波誘導炉(インダクションヒーター)又はガス加熱炉により再加熱して中空材に熱間押出される。再加熱温度は押出性や押出材の品質を考慮して370～530°C、多くは400～500°Cの温度範囲で決められる。

【0004】均質化処理条件は、合金成分、押出加工性、製品の特性と品質、均質化処理に要するエネルギーコストや時間等の経済的要因等を考慮して決められる。熱間押出しに供される実用アルミ合金の均質化処理条件(温度、保持時間)は概ね下記の通りである。

JIS1050合金：520～560°C、4～10hr

JIS1100合金：520～560°C、4～10hr

JIS3003合金：570～610°C、4～10hr

JIS3004合金：530～580°C、4～10hr

JIS6063合金：520～580°C、4～10hr

JIS7N01合金：450～490°C、4～10hr

均質化処理後の冷却は、ファンによる空冷、放冷、スプリンクラーによる散水冷却等により行われる。1000系合金は均質化処理を省略することが多い。

【0005】前記のポートホール押出中空材は、寸法精度を上げる為、或いは更に小径化する為に抽伸加工される場合がある。抽伸加工を行う場合、押出中空材は若干大径、厚肉とする。抽伸加工には、短尺の押出中空材をドローベンチで引抜く方法と、長尺の押出中空材を浮きプラグを用いて連続抽伸機で引抜く方法とがある。抽伸加工後の中空材は、用途により、溶体化処理、時効処理、焼鈍処理等が施されて強度や加工性が付与される。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】前述のように、ポートホール押出法により押出される中空材には長手方向に連

続する溶着部が複数存在しており、この溶着部は抽伸加工後も残る。この溶着部は、押出温度が不適正なときや溶着部にプローホールや異物が存在するとき接合不良となる。又溶着部と非溶着部（溶着部以外の部分）とで色相や光沢が異なるとき外観不良となる。この他、溶着部と非溶着部とが異質な場合、様々な不具合が生じる。

【0007】この他、一部のアルミニウム合金には、腐食環境下に晒すと溶着部が優先腐食する不具合がある。この優先腐食は、図1に示すように、溶着部に沿った幅狭で直線状の腐食形態をとり、耐食性合金で非溶着部が腐食し難い場合でも、腐食は厚さ方向に急速に進行し早期に貫通孔が生じる。このような溶着部の優先腐食はA1-Mn系合金に生じ易く、Mnの含有量が0.3wt%以上で発生し、0.8wt%を超えると急速に進行する。尚、Mnは変形抵抗を増大させ押出性を低下させる為、ポートホール押出する場合のMnの含有量の上限は1.5wt%程度である。

【0008】A1-Mn系合金は比較的耐食性に優れ、強度も有するので、JIS3003（Mn量1.0～1.5wt%）、JIS3203（Mn量1.0～1.5wt%）、JIS7N01（Mn量0.2～0.7wt%）等の合金が工業的に広く使用されている。しかしポートホール押出中空材は、前記優先腐食の問題がある為、耐食性が重視される用途には、その適用が差し控えられる場合が多くあった。

【0009】ポートホール押出法で複数の押出ビレットを連続して押出す場合、溶着部の優先腐食は押出材の長手方向に一様に発生するのではなく、1押出ビレットの押出材の頭側で腐食傾向が強く、尻側で弱まる傾向がある。この傾向は合金成分や押出材の形状等に左右され、前記優先腐食は尻側に向けて徐々に緩和され、尻側では殆ど生じない場合もある。

【0010】本発明者は、前記優先腐食について詳細に調査した。その結果、押出過程でMn含有化合物が多量に析出し、このときの析出量は溶着部と非溶着部とで差があり、この為溶着部が優先腐食することを知見した。そしてこの析出量の差が押出前の鋳塊の均質化処理でMn含有化合物を予め析出させておくことにより低減できることを見いだし、更に研究を進めて本発明を完成させるに至った。本発明は、ポートホール押出法を用いて製造され、溶着部の優先腐食が改善されたA1-Mn系合金中空材及びその製造方法の提供を目的とする。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、少なくともMnを0.3～1.5wt%含有するアルミニウム合金鋳塊をポートホール押出して、又はポートホール押出と抽伸加工して製造されるアルミニウム合金中空材において、前記中空材の長手方向の各部の導電率差が1.OIACS%以下であることを特徴とするアルミニウム合金中空材である。

【0012】請求項2記載の発明は、少なくともMnを0.3～1.5wt%含有するアルミニウム合金鋳塊に均質化処理を施し、次いでこの鋳塊をポートホール押出して、又はポートホール押出と抽伸加工して中空材を製造する方法において、前記均質化処理を、500～630°Cの所定温度に0～24hr保持した後、100°C/hr以下の冷却速度で400～500°Cの所定温度に冷却し、この温度に4～48hr保持して施すことを特徴とする請求項1記載のアルミニウム合金中空材の製造方法である。

【0013】請求項3記載の発明は、少なくともMnを0.3～1.5wt%含有するアルミニウム合金鋳塊に均質化処理を施し、次いでこの鋳塊をポートホール押出して、又はポートホール押出と抽伸加工して中空材を製造する方法において、前記鋳塊の均質化処理を、500～630°Cの所定温度（T<sub>1</sub>）に0～16hr保持した後、T<sub>1</sub>温度から100°C/hr以下の冷却速度で350°C（T<sub>2</sub>）に冷却し、T<sub>1</sub>温度に到達後T<sub>2</sub>温度に到るまでの時間を10～48hrとし、T<sub>2</sub>温度から任意の冷却速度で室温に冷却して施すことを特徴とする請求項1記載のアルミニウム合金中空材の製造方法である。

【0014】請求項4記載の発明は、少なくともMnを0.3～1.5wt%含有するアルミニウム合金鋳塊に均質化処理を施し、次いでこの鋳塊をポートホール押出して、又はポートホール押出と抽伸加工して中空材を製造する方法において、前記鋳塊の均質化処理を、400～500°Cの所定温度に12～48hr保持した後、室温に冷却して施すことを特徴とする請求項1記載のアルミニウム合金中空材の製造方法である。

【0015】請求項5記載の発明は、少なくともMnを0.3～1.5wt%含有するアルミニウム合金鋳塊に均質化処理を施し、次いでこの鋳塊をポートホール押出して、又はポートホール押出と抽伸加工して中空材を製造する方法において、前記鋳塊の均質化処理を、400～500°Cの所定温度に0.5～4hr保持した後、550～630°Cの所定温度に昇温し、当該温度に0.5～4hr保持したのち、350°Cに100°C/hr以下の冷却速度で冷却し、350°Cから任意の冷却速度で室温に冷却して施すことを特徴とする請求項1記載のアルミニウム合金中空材の製造方法である。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下に本発明の中空材の合金成分について説明する。Mnは耐食性を損なうことなく強度向上に寄与する。その含有量が0.3wt%未満ではその効果が十分に得られず、1.5wt%を超えるとその効果が飽和し、又熱間加工時の変形抵抗が増大してポートホール押出性が低下する。従ってその含有量は0.3～1.5wt%に規定する。

【0017】Fe及びSiは工業的アルミニウム合金の範疇ではその経済性を勘案して、不純物として若干量含まれ

る。これら元素はMnの固溶量を減少させ、また鋳造時にAlと金属間化合物を生成し、それにより押出材を微細な再結晶組織にする。尚、析出するMn含有化合物は、Al-Mn系化合物、Al-(Fe、Mn)系化合物、Al-(Fe、Mn)-Si系化合物等である。

【0018】以下に、本発明者がこれまでに得た溶着部の優先腐食に関する知見を述べる。前述のDC鋳造又はホットトップ鋳造では、凝固後、鋳塊は直ちに水冷される為、Mnはその大半がアルミ素地中に固溶した状態になる。鋳塊に施す均質化処理は、ミクロ偏析の解消、晶出物の分断、球状化等を目的として固相線温度に近い高温に保持して行い、その後急速冷却する為Mnは殆ど析出しない。

【0019】押出ビレットは、Mnが析出しやすい400～500°C程度の温度で押出される為、Mnは押出過程で急速且つ大量に析出する。即ち、押出加工では大きな歪みが連続的に付与される為、合金元素の拡散が著しく加速され、拡散に依拠する化合物の析出が加速される。例えば、長さ数十cm程度の押出ビレットの押出時間は高々数分であるが、この数分間に析出が著しく進行する。そして、押出では、ビレットの尻側の方が押出歪みを長時間受ける為、押出頭側より析出量が多くなる。本来、Al中におけるMn等の遷移金属の拡散速度は極めて小さく、同じ数分間の加熱でも加工を伴わない場合はMnは殆ど拡散しない。従ってMn含有化合物の析出も極めて少ない。歪みが連続的に付与されると、アルミの結晶格子の不整、所謂転位が増殖し、これが運動するとMnの拡散が促進し、その結果、拡散に依拠する析出現象が著しく進行する。これは動的析出現象と呼ばれる現象で、Mnを含有するアルミニウム合金の押出加工ではこの動的析出現象が生じているものと推測される。

【0020】Mn含有化合物の析出が押出尻側で多いことは透過電子顕微鏡により観察されている。アルミ合金の固溶・析出状態を推し量る手段として多用される導電率の測定によてもその傾向が確認されている。即ち、導電率は析出量が多いほど高くなるが、Mn含有アルミニウム合金押出材の場合、頭側から尻側にかけて導電率が上昇する。その頭側と尻側の導電率差は通常2IACS%程度であるが、大きい場合は数IACS%にも達する。

【0021】以上に述べたように、押出管材の頭側と尻側とではMn含有化合物の析出量に差があり、尻側の方が多いが、このような非定常な押出しを複数のビレットについて連続的に行うと、押出材の溶着部と非溶着部との間で組織に差が生じる。次にそのメカニズムを説明する。即ち、アルミニウムのポートホール押出法では、第一ビレットの押出しが終了すると、ディスカーブ(押しヘタ)を切り放し、第二ビレットを装填して押出しを再開する。この時点でポートホールダイスのポート孔と溶着室(チャンバー)には析出が最も進行した第一ビレットの押出最後端が残存し、これに比較的Mn固溶度の高い

第二ビレットが隣接配置される。この状態から第二ビレットが押出されるが、第二ビレットの押出極初期においては溶着室とポート孔に残存した第一ビレットのアルミニウム合金が押出され、続いて非溶着部に第二ビレットのアルミニウム合金が押出され、次第に第二ビレットの占める押出部分が増大していく。

【0022】このように、ビレットの入れ替え部分では、押出管材は、溶着部が第一ビレットの後端部分で形成され、非溶着部が第二ビレットで形成される。この状況は第一ビレットが占める溶着部幅の狭小化を伴いながら、第二ビレットの押出終了まで継続する。押出中に析出が進行する為、押出後半では非溶着部(第二ビレット)も析出が進行し、溶着部と非溶着部の析出状態の差が小さくなる。この現象は第二ビレットと第三ビレット間、第三ビレットと第四ビレット間等全ての押出ビレット間に同様に起きる。

【0023】このように、溶着部でMnが多く析出し、非溶着部でMnの析出が少ない状態は押出頭側で顕著になる。ここでMnが多く析出しMn固溶度の低い溶着部の方が電位が卑な為、溶着部は電位が比較的貴な非溶着部に挟まれた形になっている。この状態では、腐食環境下において溶着部が優先的に電食するのは必定で、前記優先腐食が必然的に生じるのである。

【0024】このようなことを踏まえ、本発明者等は、溶着部の優先腐食の防止には、鋳塊の均質化処理でMnを予め析出させておくことにより、その後の押出工程での析出を抑えるのが有効と気付き、以て溶着部の優先腐食を劇的に抑制することに成功したのである。本発明者は、種々実験を行って、溶着部の優先腐食を十分抑制するのに必要な押出中空材、又は押出後抽伸加工した抽伸中空材の析出量は、前記両中空材の各部の導電率差が1.0 IACS%以下であれば良いことを明らかにした。前記各部の導電率差は0.6 IACS%以下が特に望ましい。本発明において、中空材の各部の導電率差とは、中空材を長手方向に分断した全サンプルの導電率の最大値と最小値の幅である。ポートホール押出材の場合、導電率は押出頭側が最小、尻側が最大となる。

【0025】請求項2～5記載の発明は、前記アルミニウム中空材の製造方法である。これら発明によれば、Mn含有化合物は粗大に析出し、再固溶の恐れが少ない。即ち、Mn含有化合物が非常に微細に析出した場合は、この微細析出物は界面エネルギー減少の方向として押出しの極初期段階で素地に固溶する場合がある。この為析出物は粗大に析出させておく必要がある。

【0026】請求項2の発明では、先ず、500～630°Cの比較的高温の所定温度に0～24hr保持し、この後100°C/hr以下の冷却速度で冷却する。この過程における昇温過程並びに保持過程にて析出してくるMn含有化合物が冷却過程にて比較的粗大に成長する。ここで、冷却速度を100°C/hrより大きくした場合先

行の析出物と無関係に新たに析出物が多量に析出するが、この析出物は微細な為前述のように再固溶し易いものである。また、これより速い冷却速度は炉中冷却では困難で工業的観点からも現実的でない。冷却速度は $50^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ 以下が特に望ましい。この後、 $400\sim500^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で保持するが、この温度範囲はA1-Mn系合金においてMn含有化合物が最も析出し易く、この保持過程で更に析出量が増加する。前記温度での保持時間は析出量を多くする目的で $4\text{ hr}$ 以上は必要である。又 $48\text{ hr}$ を超えると析出効果が飽和して不経済な為 $48\text{ hr}$ を上限とする。

【0027】請求項2の発明は、高温保持後徐冷することで適当な析出状態を現出させ、その後最も析出し易い温度範囲に保持して更に析出量を増加させる方法であるが、請求項3の発明は高温からの徐冷過程だけで析出を進行させる方法である。この発明で冷却速度を $100^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ 以下とする理由は請求項2での理由と同じである。 $T_1$  ( $500\sim630^{\circ}\text{C}$ ) から $T_2$ までの徐冷過程で $T_2$ を $350^{\circ}\text{C}$ に規定する理由は $350^{\circ}\text{C}$ 未満ではMn含有化合物は殆ど析出しなくなる為である。この処理条件においては、析出量及び析出状態に影響するのは、主に $500^{\circ}\text{C}$  ( $T_1$ ) に達したときから $350^{\circ}\text{C}$  ( $T_2$ ) に到るまでの過程であり、この過程の時間が短ければ所望の析出状態が得難く、長すぎると効果が飽和して不経済である。従って $T_1$ 温度に到達後 $T_2$ 温度に到るまでの時間は $1\sim48\text{ hr}$ に規定する。

【0028】請求項4の発明は、最も析出が進行する $400\sim500^{\circ}\text{C}$ の温度に長時間保持することで析出物量を増加させる方法である。過飽和度の高い鉄塊をこの温度範囲に保持した場合、当初微細析出物が析出し、その後析出物が粗大化する。処理時間が $12\text{ hr}$ 未満では析出物の多くが微細で再固溶し易く、又 $48\text{ hr}$ を超えると析出物量の増加が飽和して不経済である。従って保持時間は $12\sim48\text{ hr}$ に規定する。

【0029】請求項5の発明は、 $400\sim500^{\circ}\text{C}$ の所定温度に保持して微細な析出物を多数析出させ、次に $550\sim630^{\circ}\text{C}$ の所定温度に保持後 $350^{\circ}\text{C}$ に徐冷する過程で、前記微細な析出物を粗大化する方法である。 $400\sim500^{\circ}\text{C}$ の所定温度に保持するには微細析出物の形成が目的な為、その保持時間は $0.5\sim4\text{ hr}$ の短時間に規定する。 $550\sim630^{\circ}\text{C}$ の所定温度での保持は長時間保持すると核となる微細析出物が消失する為、この場合も保持時間は $0.5\sim4\text{ hr}$ の短時間に規定する。 $550\sim630^{\circ}\text{C}$ の所定温度に保持後の冷却速度は、既存析出物のサイズ拡大に有効な $100^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ 以下とする。冷却速度の規定を $350^{\circ}\text{C}$ までにする理由は $350^{\circ}\text{C}$ 未満では殆ど析出しなくなる為である。

## 【0030】

【実施例】以下に本発明を実施例により詳細に説明する。

(実施例1) 表1に示す組成の合金No1~8をDC铸造法により外径6インチの押出用丸棒鉄塊に铸造し、そのうちNo1~5、8の合金鉄塊は $600^{\circ}\text{C}$ で $4\text{ hr}$ 加熱後、 $350^{\circ}\text{C}$ まで冷却速度 $30^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ で炉冷し、その後炉外へ取出しスプリンクラーで散水冷却した。No6、7の合金鉄塊は $585^{\circ}\text{C}$ で $4\text{ hr}$ 加熱後 $350^{\circ}\text{C}$ まで炉冷し、その後炉外へ取出しスプリンクラーで散水冷却した。

【0031】(実施例2) 表1に示す組成の合金No1~8をDC铸造法により外径6インチの押出用丸棒鉄塊に铸造し、得られた合金鉄塊は $530^{\circ}\text{C}$ で $6\text{ hr}$ 加熱し、その後 $350^{\circ}\text{C}$ まで冷却速度 $30^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ で炉冷し、その後炉外へ取出しスプリンクラーで散水冷却した。

【0032】(比較例1) 表1に示す組成の合金No1~8をDC铸造法により外径6インチの押出用丸棒鉄塊に铸造し、そのうちNo1~5、8の合金鉄塊は $600^{\circ}\text{C}$ で $16\text{ hr}$ 加熱後、炉外に素早く移送しスプリンクラーで散水して $100^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ を超える速度で冷却した。No6、7の合金鉄塊は $585^{\circ}\text{C}$ で $8\text{ hr}$ 加熱後、炉外に素早く移送しスプリンクラーで散水して $100^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ を超える速度で冷却した。

【0033】実施例1、2および比較例1で铸造した鉄塊を冷却後、鉄塊を所定長さに切断して押出ビレットとし、これをポートホール押出法により一辺 $12.0\text{ mm}$ 肉厚 $1.40\text{ mm}$ の断面正四角形の中空形材に押出した。同時押出本数は1本、ポート孔は2箇所とし、溶着部は対向辺の各中央とした。押出ビレットはインダクションヒーターを用いて $440^{\circ}\text{C}$ に再加熱し、押出材はファンにより強制空冷した。押出ビレットは各合金毎に3本づつ用意し、これを連続的に押出した。各種評価には3本目の押出ビレット部分の中空形材を供した。この中空形材の頭から $5\text{ m}$ までの部分は2本目のビレット部分が多く混入し、また種々の汚染を受けている為除外し、残りの部分の頭側と尻側からサンプリングし、各々のサンプルについて4端子法により導電率を測定し、中空形材の頭側と尻側の導電率差 $\Delta EC$ を求めた。又前記サンプルについて、CASS試験(JIS-H-8681)を行い、試験後の溶着部の優先腐食状況を目視観察し3段階評価した(A:優先腐食なし、B:優先腐食若干あり、C:優先腐食多い)。中空形材の頭側と尻側で差があるときは腐食の進行した方を評価対象にした。結果を表2~4に示す。

## 【0034】

【表1】

| 区分               | 合金No | Si   | Fe   | Cu   | Mn   | Mg   | Cr   | Zn   | Ti   | 残部  |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 本<br>發<br>明<br>例 | 1    | 0.16 | 0.28 | 0.00 | 1.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | A 1 |
|                  | 2    | 0.18 | 0.30 | 0.00 | 0.88 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | A 1 |
|                  | 3    | 0.16 | 0.26 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | A 1 |
|                  | 4    | 0.15 | 0.27 | 0.00 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | A 1 |
|                  | 5    | 0.25 | 0.46 | 0.14 | 0.93 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | A 1 |
|                  | 6    | 0.37 | 0.22 | 0.00 | 0.95 | 0.51 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | A 1 |
|                  | 7    | 0.20 | 0.61 | 0.12 | 1.12 | 1.05 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | A 1 |
|                  | 8    | 0.18 | 0.25 | 0.31 | 0.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | A 1 |

(注) 単位: wt%。

【0035】

【表2】

| 分類               | 合<br>金<br>No | 均質化処理条件                             | 押出前後端<br>の導電率差<br>IACS% | 優先腐食<br>発生状況<br>CASS |
|------------------|--------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------|
| 本<br>發<br>明<br>例 | 1            | 600°C<br>×4 hr 加熱後炉冷<br>→350°C 散水冷却 | 0. 8                    | A                    |
|                  | 2            |                                     | 0. 6                    | A                    |
|                  | 3            |                                     | 0. 7                    | A                    |
|                  | 4            |                                     | 0. 2                    | A                    |
|                  | 5            |                                     | 0. 6                    | A                    |
|                  | 6            | 585°C<br>×4 hr 加熱後炉冷<br>→350°C 散水冷却 | 0. 8                    | A                    |
|                  | 7            |                                     | 0. 7                    | A                    |
|                  | 8            | 600°C<br>×4 hr 加熱後炉冷<br>→350°C 散水冷却 | 0. 6                    | A                    |

(註) A : 溶着部に優先腐食発生せず。

【0036】

【表3】

| 分類               | 合<br>金<br>No | 均質化処理条件                             | 押出前後端<br>の導電率差<br>IACS% | 優先腐食<br>発生状況<br>CASS |
|------------------|--------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------|
| 本<br>発<br>明<br>例 | 1            | 530°C<br>×6 hr 加熱後炉冷<br>→350°C 散水冷却 | 0.7                     | A                    |
|                  | 2            |                                     | 0.5                     | A                    |
|                  | 3            |                                     | 0.5                     | A                    |
|                  | 4            |                                     | 0.4                     | A                    |
|                  | 5            |                                     | 0.8                     | A                    |
|                  | 6            |                                     | 0.7                     | A                    |
|                  | 7            |                                     | 0.7                     | A                    |
|                  | 8            |                                     | 0.6                     | A                    |

(註) A : 溶着部に優先腐食発生せず。

【0037】

【表4】

| 分類          | 合<br>金<br>No | 均質化処理条件                     | 押出前後端<br>の導電率差<br>IACS% | 優先腐食<br>発生状況<br>CASS |
|-------------|--------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------|
| 比<br>較<br>例 | 1            | 600°C<br>×16 hr 加熱後<br>散水冷却 | 3.4                     | C                    |
|             | 2            |                             | 3.1                     | C                    |
|             | 3            |                             | 2.6                     | C                    |
|             | 4            |                             | 2.1                     | B                    |
|             | 5            |                             | 3.2                     | C                    |
|             | 6            | 585°C<br>×8 hr 加熱後<br>散水冷却  | 2.8                     | C                    |
|             | 7            |                             | 3.1                     | C                    |
|             | 8            | 600°C<br>×16 hr 加熱後<br>散水冷却 | 2.8                     | C                    |

(註) B : 溶着部に優先腐食若干認められる。

C : 溶着部に優先腐食明瞭に認められる。

【0038】表2～4より明らかなように、本発明例はいずれも $\Delta EC$ が1.0 IACS%以下で、Mnの析出量は中空形材の頭側と尻側で殆ど差がないことが判明した。導電率は、いずれも、ビレット毎の押出頭側より尻側で大きかった。CASS試験は頭側と尻側について行ったが、いずれも、溶着部に優先腐食は認められなかつた。これは、鋳塊の均質化処理でMnが粗大に析出した為である。比較例はいずれも $\Delta EC$ が1.0 IACS%を超えた。導電率は、いずれも、頭側より尻側で高かつた。これはMnが多量に固溶した押出ビレットを押出した為、押出の先後でMnの析出量に差が生じた為である。CASS試験は頭側と尻側について行ったが、いずれも、頭側の方が尻側より激しく腐食した。従つて表2～4には頭側の評価結果を記載した。溶着部の腐食がCランクに該当するもののうち、一部は肉厚が1.4mmと厚いにも関わらず腐食が貫通するものがあった。

【0039】(実施例3)表1に示す組成の合金No2をDC鋳造法により外径6インチの押出用丸棒鋳塊に鋳造し、この合金鋳塊を610°Cで8hr加熱後、350°Cまで冷却速度25°C/hrで炉冷し、その後炉外へ移送しスプリンクラーで散水冷却した。

【0040】(実施例4)表1に示す組成の合金No2をDC鋳造法により外径6インチの押出用丸棒鋳塊に鋳造し、この合金鋳塊を460°Cで36hr加熱後、炉外へ移送し放冷した。

【0041】(実施例5)表1に示す組成の合金No2をDC鋳造法により外径6インチの押出用丸棒鋳塊に鋳造し、この合金鋳塊を580°Cで6hr加熱後、40°C/hrの冷却速度で420°Cまで炉冷し、420°Cで18hr加熱後、炉外へ移送し放冷した。

【0042】(比較例2)表1に示す組成の合金No2をDC鋳造法により外径6インチの押出用丸棒鋳塊に鋳造し、得られた鋳塊に610°C×16hrの均質化処理を施し、その後、鋳塊を炉外に移送し、ファンにより短時間冷却し、次いでスプリンクラーにより冷却速度160

°C/hr以上で散水冷却した。

【0043】実施例3～5および比較例2で得られた得られた各々の鋳塊を所定長さに切断して押出ビレットとし、これをインダクションヒーターにより440°Cに加熱して、外径18.6mm肉厚2.3mmの断面円形の管材に熱間押出し、押出製出材はファンにより強制空冷した。押出は、同時押出本数2本、円周方向4箇所に溶着部が形成されるポートホール押出法によつた。押出ビレットは各合金毎に5本づつ用意し、これを連続的に押出した。サンプルは、3本目の押出ビレット部分は押出管材として、4本目の押出ビレット部分は押出後1バスの抽伸加工を施して1バス抽伸管材として、5本目の押出ビレット部分は押出後2バスの抽伸加工を施して2バス抽伸管材としてそれぞれ採取し、各種評価に供した。

【0044】前記1バス抽伸管材は、外径18.6mm肉厚2.3mmの押出管材を外径16.0mm肉厚2.0mmに抽伸加工(加工率25.3%)し、前記2バス抽伸管材は、前記1バス抽伸加管材を更に外径13.8mm肉厚1.75mmに抽伸加工(加工率25.0%)して作製した。2バス抽伸管材の合計抽伸加工率は44.0%である。前記抽伸加工にはドローベンチを用いた。

【0045】このようにして得られた押出管材及び抽伸管材は、実施例1、2の場合と同様に前端から5mを除外し、残りの頭側、尻側及びその中間部の3箇所からサンプルを採取した。このサンプルの頭側と尻側の導電率を4端子法により測定し、実施例1と同様に $\Delta EC$ を求めた。

【0046】又サンプルの頭側、中間部、尻側の耐食性を200hrのCASS試験により調べた。試験後の外観を目視観察し実施例1と同じ基準で評価した。結果を表5に示す。

#### 【0047】

【表5】

| 管材の製造方法<br>(合金No2)      | 本発明例                         |                              |                              | 比較例                          |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                         | 実施例(3)                       | 実施例(4)                       | 実施例(5)                       |                              |
| 押出管材<br>18.6φ×2.3mm     | $\Delta EC = 0.4\%$<br>A/A/A | $\Delta EC = 0.6\%$<br>A/A/A | $\Delta EC = 0.4\%$<br>A/A/A | $\Delta EC = 2.9\%$<br>C/C/B |
| 1バス抽伸管材<br>16.0φ×2.0mm  | $\Delta EC = 0.5\%$<br>A/A/A | $\Delta EC = 0.6\%$<br>A/A/A | $\Delta EC = 0.7\%$<br>A/A/A | $\Delta EC = 2.7\%$<br>C/C/A |
| 2バス抽伸管材<br>13.8φ×1.75mm | $\Delta EC = 0.8\%$<br>A/A/A | $\Delta EC = 0.6\%$<br>A/A/A | $\Delta EC = 0.7\%$<br>A/A/A | $\Delta EC = 2.6\%$<br>C/C/A |

(註)下段は、頭側／中間部／尻側のCASS試験結果。

【0048】表5より明らかのように、本発明例（実施例3、4、5）は押出管材及び両抽伸管材とも $\Delta E_C$ が1.0 IACS%以下であり、CASS試験結果はいずれもAランクで溶着部の優先腐食は全く認められなかつた。1パス抽伸材と2パス抽伸材の間で特に差はなかつた。これに対し、従来法で均質化処理した比較例（2）は、押出管材及び両抽伸管材とも $\Delta E_C$ が1.0 IACS%を超え、CASS試験では各押出ビレットの頭側と中間部で溶着部に激しい優先腐食が認められた。

【0049】実施例1、2で製造した押出中空形材、実施例3～5で製造した押出管材又は抽伸管材について機械的性質を調べたが、いずれも引張強さ、伸び等所要の特性を具備するものであった。

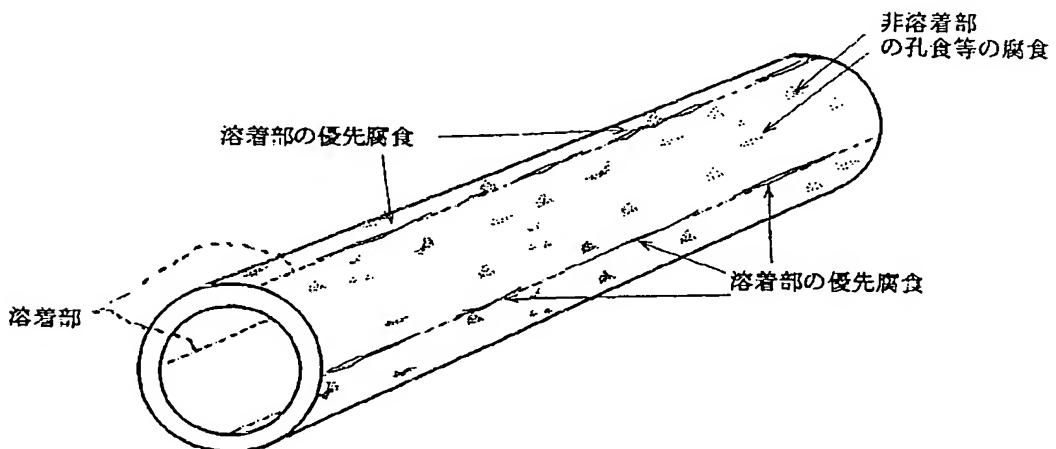
### 【0050】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明は、Mnを含有するアルミニウム合金鋳塊をポートホール押出し、又はポートホール押出と抽伸加工して製造されるアルミニウム合金中空材の長手方向の各部の導電率差が1.0 IACS%以下で、溶着部と非溶着部とで組織上（Mnの析出量など）の差がない為、溶着部の優先腐食が防止される。前記中空材は鋳塊に所定の均質化処理を施してMnを粗大な化合物に析出させておくことにより容易に製造できる。依って工業上顕著な効果を奏する。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】ポートホール押出法で製造された中空材の溶着部の優先腐食の説明図である。

【図1】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
C 22 F 1/00  
6 6 0  
6 8 2  
6 8 3  
6 9 1  
6 9 2  
6 9 3

F 28 F 21/08

識別記号  
6 6 0  
6 8 2  
6 8 3  
6 9 1  
6 9 2  
6 9 3

| F I | C 22 F 1/00  | 6 6 0 Z |
|-----|--------------|---------|
|     |              | 6 8 2   |
|     |              | 6 8 3   |
|     |              | 6 9 1 B |
|     |              | 6 9 1 C |
|     |              | 6 9 2 A |
|     |              | 6 9 3 A |
|     |              | 6 9 3 B |
|     | F 28 F 21/08 | A       |